Osobne odbicie z Rocznika Tow. Nauk. Krak.

PRZYRZĄD

do unaoczniania linij falistych złożonych, powstałych w skutek interferencyi fal poprzecznych

opisany i okazany na posiedzeniu c. k. Towarzystwa Naukowego Krakowskiego dnia 13go Kwietnia 1872 r.

przez

Dra Stefana Kuczyńskiego

prof. Fizyki w c. k. Uniwersytecie Jagiellońskim.

1. Jeżeli cząstkę materyalną L (Fig. 1.) utrzymuje w położeniu równowagi siła $p = mks$, proporcyonalna jéj masie m, a nadto wzrastająca w tym stosunku, jak wzrasta odległość cząstki od położenia równowagi s; to popęd nadający téj cząstce chyżość c w kierunku LL' pobudza ją do drgania. Wtedy będzie: trwanie jednego wahnienia

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{k}},$$

przestwór czyli obszerność drgania

$$p = \frac{c}{\sqrt{k}},$$

odchylenie cząstki od położenia równowagi po upływie czasu t, licząc od rozpoczęcia drgania,

$$y = p \sin. \frac{2\pi t}{T},$$

chyżość odpowiadająca temu odchyleniu

$$v = c \cos. \frac{2\pi t}{T}.$$

2. Poprowadźmy przez L liniję Ax prostopadłą do $LL' = p$ i przypuśćmy, że ruch cząstki L udziela się kolejno cząstkom położonym na linii Ax w kierunku od L do A z chyżością h. W chwili, w której ten ruch dojdzie właśnie do cząstki A, będzie ona jeszcze w swém położeniu równowagi, t. j. w A, lecz inna jakakolwiek cząstka M, położona na linii Ax pomiędzy A i L, musiała rozpocząć swoje drgania przed tą chwilą. Od chwili rozpoczęcia jéj drgań, aż do chwili przez nas uważanéj, upłynął już czas

$$t = \frac{AM}{h};$$

odchylenie więc téj cząstki od położenia równowagi MM' wynosić będzie w téj chwili

$$y = p \sin. \frac{2\pi AM}{hT}.$$

Nazwijmy $AM = x$, $hT = d$; to będzie

$$y = p \sin. \frac{2\pi x}{d}. \qquad (1)$$

Cząstki, które leżały pierwotnie na linii Ax, leżeć będą w chwili uważanéj na linii krzywéj, któréj odpowiada zrównanie (1). Ta linija przecina oś Ax w punktach, dla których

$x = \frac{nd}{2}$; gdzie n oznacza jakąkolwiek liczbę całą. Najwięcéj zaś oddala się ona od osi $x^{\text{ów}}$ w punktach, dla których $x = nd + \frac{d}{4}$, lub $x = nd + \frac{3d}{4}$: w pierwszych oddalenie to wynosi $+ p$, w drugich $- p$.

Taką liniję nazywamy liniją wstaw, lub liniją falistą. Albowiem gdy w jakim żywiole rozchodzą się fale poprzeczne, wtedy cząstki, które w stanie równowagi leżały na linii prostéj, w kierunku rozchodzenia się tych fal poprowadzonéj, leżą podczas tego ruchu falistego na takiéj linii krzywéj.

Tak n. p. gdy w rynnie głębokiéj a wązkiéj, równoległościennéj utworzymy sposobem prawidlowym fale, wtedy powierzchnia wody, a raczéj jéj przecięcie z płaszczyzną pionową do ścian rynny równoległą, będzie taką liniją falistą. Podobny kształt przybrać może struna pobudzona sposobem odpowiednim do drgań poprzecznych. W takiéj linii układają się cząstki eteru leżące pierwotnie na linii prostéj, gdy przez niego przechodzi światło polaryzowane. Taka linija jest także najprostszym obrazem zmian okresowych.

3. Jeżeli jednak w jakim żywiole, w skutek kilku, w różnych chwilach i z różną mocą nadanych mu popędów, w tym samym kierunku równocześnie kilka się takich drgań udziela od cząstki do cząstki, to powstanie ztąd ruch nierównie zawilszy, w skutek połączenia się czyli interferencyi fal cząstkowych, odpowiadających pojedyńczym popędom. Wtedy będzie także nierównie zawilszym kształt linii krzywéj, w jakiéj się ułożą cząstki leżące pierwotnie na linii prostéj.

Albowiem odchylenie każdéj cząstki od położenia swéj rownowagi będzie w każdéj chwili równe algebraicznéj sumie odchyleń, jakieby ta cząstka w téj saméj chwili miała dla każdego pierwotnego popędu. Zrównanie takiéj linii jest:

$$(2)\quad y = p\ sin. \frac{2\pi x}{d} + p_1\ sin. \frac{2\pi(x+\partial_1)}{d_1} + p_2\ sin. \frac{2\pi(x+\partial_2)}{d_2} + \ldots$$

Ażeby naocznie uzmysłowić ten zawiły kształt linij falistych złożonych, powstałych w skutek interferencyi kilku fal poprzecznych, używam przyrządu, o którego składzie wyobrażenie dać mogą, *Fig. 2, 3 i 4.*

4. Pierwszą częścią tego przyrządu są szablony faliste. Takie szablony robią się w sposób następujący: na deszczułce prostokątnéj *ABCD* (*Fig. 2.*) od 5 do $6\frac{1}{2}$ stóp długiéj, $5\frac{1}{2}$ cala wysokiéj, a blisko $\frac{1}{2}$ cala grubéj, suchéj i dobrze wygładzonéj, rysuje się linija *EF*, równoległa do podstawy *AD* prostokąta *ABCD*, w odległości od *BC* równéj $BE = p < \frac{1}{2}\ AB$. Na téj linii odcinają się dowolne długości $aa' = a'a''$ i dzieli się każda z nich na $4n$ równych części; gdzie n oznacza jakąkolwiek liczbę całą; (np. na części 16). Z punktów odległych od a o takich części n, $5n$, $9n$, $13n$, itd zatacza się koła promieniem równym $BE = p$. Obwody tych kół dzieli się także na $4n$ równych części, zaczynając ten podział od punktów obwodu najbliższych punktowi a. Przez odpowiednie punkta podziału kół, prowadzi się linije proste, które będą równoległe do linii *EF*. Przez punkta zaś podziału położone na linii *EF* prowadzi się linije do niéj prostopadłe.

Następnie oznacza się na każdéj linii do EF prostopadłéj (poprowadzonéj przez punkt $r$ty podziału) ten punkt, w którym ją przecina odpowiednia linija do EF równoległa (tj. linija poprowadzona przez punkt $r$ty podziału koła.) Takiemi punktami przecięcia są: a, b, c, d, e, f, g,.. o, p, r, a', b',... p', r', $a,''$ $b,''$.....

Linija krzywa przechodząca przez wszystkie te punkta $p_0 r_0 abcdefghiklmnopra'b'c'd'e'f'g'h'$... jest liniją falistą, czyli liniją wstaw; albowiem odpowiada jéj zrównanie

$$y = BE \; sin. \frac{2\pi x}{aa'};$$

jeżeli punkt a weźmiemy za początek współrzędnych, a liniją EF za oś odcinków. To zrównanie przechodzi w zrównanie (1), gdy położymy $BE = p$, $aa' = d$.

Biorąc nazwy od fal wodnych, jako najwięcéj pod zmysły podpadających, nazywać będziemy: aei, $a'e'i'$... wałami; ina', $i'n'a''$... dołami fali; $aa' = a'a''$ długością fali; $es = e's'$ wysokością wału; $nu = n'u'$ głębokością dołu; $es + nu =$ B12 wysokością fali.

Po wykreśleniu sposobem opisanym linii falistéj wycinamy wzdłuż niéj deszczułkę tak, iż po usunięciu części cieniowanéj (w figurze 2) zostaje szablon falisty oznaczony przez część niecieniowaną.

Takich szablonów trzeba mieć kilka do jednego przyrządu. Rozumie się, że każdy szablon powinien przedstawiać inną liniję falistą, tj. taką, któréj inna odpowiada długość, lub inna wysokość fali. Szczególnie pouczające mogą być doświadczenia, jeżeli się ma szablony, odpowiadające falom równéj wysokości, których długości są w tym do siebie stosunku, jak długości fal tonów harmonijnych, tj. jak 1: $^1/_2$: $^1/_3$: $^1/_4$: $^1/_5$: n. p. 24'',

12″, 8″, 6″, 4″ $^4/_6$,...; albo jak długości fal tonów należących do jednego akordu, tj. jak 1: $^4/_5$: $^2/_3$: $^1/_2$; np. 24″, 19 $^1/_5$″, 16″, 12″.

5. Drugą cześć przyrządu przedstawia Fig. 3. w przekroju podłużnym, czyli z przodu; Fig. 4. zaś z boku, czyli w przekroju poprzecznym. Stosunek wymiarów obydwóch figur do naturalnéj wielkości jest przybliżenie 1: 9.

Podstawą całego przyrządu jest szyna żelazna *CC* cztéry linije gruba, 4 stóp i 6 cali długa, 2 cale i 2 linije szeroka, spoczywająca na cztérech nóżkach *A*, z których jedną może zastąpić śruba *B*. Na szynie *CC* są utwierdzone śrubami cztéry żelazne słupy *dd'*. Te słupy mają przekroje kwadratowe, są one 6‴ grube, a 19″ wysokie. Każda para słupów jest połączona dwoma śrubami z równoległościanem żelaznym *ll* (Fig. 4), równéj ze słupami grubości i szerokości, a 6 cali długim, który wypełnia środkową część ustępu 6‴ szerokiego pomiędzy niemi i przedziela ten ustęp na dwie części: jedną u dołu 6 cali wysoką, a drugą u góry 7 cali wysokości mającą. Nadto do każdéj pary słupów jest u góry przyśrubowaną płyta żelazna *d'h*, *d'h'*. Pomiędzy obydwoma parami słupów są dwie szyny żelazne, równoległe do podstawy *CC*: jedna *nn* w wysokości 6″ nad podstawą, połączona stale śrubami z równoległościananmi *ll*, jest 14‴ szeroka, 2‴ gruba, 4′ 9‴ długa; druga *mm* ruchoma, tych samych wymiarów, tylko zaopatrzona rękojeściami *E*, *E*, przechodzącemi wolno przez górne ustępy między słupami.

Ta szyna ruchoma opiera się o równoległościany *ll*, i spoczywa na nich. Przy najniższém więc swém położeniu wznosi się ona 12″ nad podstawę *CC*. Można

jednak ją wznieść wyżéj o 6″. Ażeby jednak przy tém wznoszeniu zostawała ciągle równoległą do szyny nieruchoméj *nn*, przyśrubowano do każdéj rękojeści *E* równoległościan 6‴ szeroki i gruby, a 7‴ wysoki, który wypełnia dokładnie część ustępu górnego pomiędzy słupami *dd'*, i nie dozwala na przechylanie się szyny *mm* w jedną lub w drugą stronę w czasie jéj wznoszenia.

Ażeby tę szynę wzmocnić i zapobiedz jéj uginaniu się pod znacznym ciężarem prętów żelaznych na niéj zawieszonych, a jednak nie powiększyć zbytnie jéj ciężaru; przyśrubowano do niéj od dołu wzdłuż z przodu i od tyłu dwie szyny pionowe, dwie linije grube, a cztéry linije wysokie. Przekrój téj szyny, oraz z pomienionemi wzmacniającemi ją żebrami, okazuje Fig. 5; w téj *AB* przedstawia przekrój szyny; *CD*, *EF* są przekroje żeber do szyny przyśrubowanych śrubami *a* i *b*; *GH* przedstawia część pręta żelaznego, przechodzącego przez otwór wywiercony w szynie *AB* i zawieszonego na niéj, za pomocą obrączki mosiężnéj do niego przylutowanéj *K*.

W obydwóch opisanych szynach, tak w stałéj *nn* jako téż w ruchoméj *mm* wywiercono wzdłuż linii środkowéj 144 otworów w równych od siebie ustępach. Średnica każdego otworu równa się 2‴, tyleż wynosi także ustęp pomiędzy dwoma po sobie następującemi otworami.

Przez każdą parę odpowiadających sobie otworów w szynach *mm* i *nn* (Fig. 3) przechodzi jeden pręt żelazny, 24 cale wysoki, 2 linije gruby, z obrączką mosiężną na samym środku do niego przylutowaną, mającą 3 linije w średnicy. Kształt takiego pręta wyjaśnia bliżéj Fig. 6. Wszystkie te pręty mogą być razem ze szyną ruchomą *mm* wzniesione, lub zniżone. Ażeby to

łatwiéj wykonać się dało, przyśrubowano do każdéj rękojeści *E* (Fig. 3) drążek poprzeczny *ff* (Fig. 4) z dwoma uszkami na końcach. U tych uszek przywiązane są sznury, które przeprowadzone przez otwory w płytach *d'h*, *d'h'* (Fig. 3 i 4) otaczają krążki *p*, a na drugim swym końcu mają zawieszone ciężary *D*, równoważące ciężarowi ruchoméj szyny *mm*, oraz ze wszystkiemi na niéj zawieszonemi drutami.

Dolna część drótów *be* (Fig. 6.) jest dobrze wygładzona, ażeby się pręty łatwo wznosiły razem ze szyną *mm*, a oraz łatwo opadały za jéj spuszczeniem. Górna zaś połowa drótów *ab* jest poczerniona pokostem asfaltowym, podobnie jak cały przyrząd. Ażeby pręty *ae* nie mogły się okręcać w koło swéj osi, tudzież, ażeby przy naglejszém nieco wznoszeniu nie zostały podrzucone w górę i nie wyskoczyły ze szyny dolnéj *nn*, spiłowano każdy pręt od *c* do *d*; w skutek czego część *cd* ma kształt półwalcowaty; po włożeniu zaś wszystkich prętów, przyśrubowano do szyny *nn* szynę drugą równéj prawie z nią grubości i długości, lecz o połowę węższą, która przykrywa jedną połowę otworów; jak to bliżéj wyjaśniają Fig. 7 i Fig. 8. W szczególności Fig. 7. okazuje nam część szyny (*nn* Fig. 3) tak, jak ją widzimy patrząc na nią z góry: *ABCD* przedstawia połowę téj szyny nie zakrytą, *CDEF* zaś przedstawia szynę o połowę od niéj węższą, zakrywającą drugą jéj połowę i połowę otworów. Części otworów nieprzykryte są cieniowane, części przykryte są oznaczone kropkami. Fig. 8 okazuje przekrój poprzeczny téj saméj szyny (*nn* Fig 3). *AE* przedstawia przekrój części dolnéj, szerokiéj, w któréj wywiercone są otwory; *CE'* zaś przekrój części górnéj, o połowę węższéj, przyśrubowanéj do części dolnéj, i za

krywającéj połowę otworów; *GH* przedstawia dolną część pręta wzniesionego razem ze szyną *mm* Fig. 3 do najwyższego położenia.

Do szyny *mm* Fig. 3. są jeszcze dodane w każdym końcu klubki ze śrubkami *g*. Za zwolnieniem tych śrubek można łatwo wznosić, lub zniżać szynę *mm* razem ze wszystkiemi prętami. Wykonać to można albo za pomocą rękojeści *E*, albo ujmując szynę *mm* w środku obydwoma rękami. Gdy zaś tę szynę ustawimy stósownie do potrzeby, utwierdza się ją w tém położeniu za pomocą śrubek *g*, które przyśrubowane przyciskają silnie klubki do słupków *dd'*.

6. Figura 3 przedstawia gęstą kratę, złożoną z równoległych drótów, których górna połowa poczerniona służyć może za tablicę przydatną do wykreślania linij falistych [1]). Położenie, w jakiém tę kratę przedstawia figura 3 nazywać będziemy, dla krótkości, normalném, czyli prawidłowém. Jeżeli na kracie będącéj w tém położeniu wykréślimy liniją prostą [2]), następnie wzniesiemy szynę *mm* do najwyższego położenia, podsuniemy

---

[1]) Można wprawdzie na téj kracie tak kréślić linije kredą, jak na tablicy zwyczajnéj. Wszakże wtedy łatwo możnaby dróty powyginać. Lepiéj więc używać do kréślenia delikatnego pędzla umaczanego w bardzo gęstym rozczynie krédy.

Gdy chcemy nowe robić wykréślenie można dawniejsze wytrzeć gąbką, podobnie jak na zwyczajnéj tablicy.

Ażeby jednak przy tém wycieraniu nie pozaginać drótów, podpiera się je tabliczką ze strony przeciwnéj, a gąbką pociera się każdy drót tylko w kierunku pionowym, tam i na powrót.

[2]) Do tego celu służyć może którykolwiek szablon odwrócony liniją falistą na dół i oparty nią o szynę *mm*.

pod dróty którykolwiek z szablonów opisanych w (4), przesuwając go przez dolne ustępy pomiędzy słupami *dd'* (Fig. 4.) i znowu na powrót zniżymy szynę *mm*, utwierdzając ją klubami *g* w jéj najniższém położeniu, gdy przeto sprawimy, iż dróty oprą się o górną falistą część szablonu; wtedy linija prosta na kracie wykréślona zamieni się na liniję wstaw zupełnie zgodną z liniją wykréśloną na podsuniętym szablonie.

Robiąc to doświadczenie przekonać się można, że szyna *mm* bardzo łatwo daje się wznosić, a nawet do któregokolwiek położenia wzniesiona stale się w niém utrzymuje, chociaż ją nieutwierdzimy klubami *g*; również łatwo można ją zniżać dowolnie, jeżeli szablon nie jest podsunięty pod dróty.

Jeżeli zaś szablon podsuniemy i następnie szynę *mm* zniżymy; to skoro jeno część prętów oprze się dolnemi końcami o szablon, a przestanie się opierać o szynę *mm*; wtedy zaraz przeważają ciężary *D* i starają się podzwignąć szynę *mm* do góry: potrzeba więc na ów czas użyć siły do zniżania szyny *mm* i przytwierdzić ją klubami *g*; jeżeli chcemy, ażeby się zatrzymała w tém niższém położeniu. Możnaby wprawdzie sobie ułatwić to żniżanie, usuwając ciężary *D* albo całkiem, albo przynajmniéj w części. Jakkolwiek te ciężary łatwo dają się zdejmować i napowrót zawieszać, jednak dogodniéj jest nie czynić tego, lecz używać do przytwierdzania szyny *mm* klub *g*.

7. Linije faliste złożone, powstające w skutek interferencyi dwóch fal poprzecznych można unaoczniać za pomocą tego przyrządu trojakim sposobem.

Sposób 1. Ustawia się kratę w położeniu prawidłowém i wykréśla się na niéj liniję wstaw, według sza-

blonu (Fig. 2.) opartego podstawą *AD* na szynie *mm* (Fig. 3.), następnie podnosi się kratę za pomocą szyny *mm*, podsuwa się pod nią szablon falisty, i ustawia się ją na tym szablonie, utwierdzając na powrót szynę *mm* w najniższém czyli prawidłowém położeniu. Linija przedstawiająca się wtedy na kracie, jest liniją falistą, złożoną, powstającą w skutek interferencyi dwóch fal równych, lub różnych, według tego, czy szablon podstawimy ten sam podług którego wykréślono liniję wstaw, czyli téż inny, od niego się odróżniający odmienną długością, lub wysokością fali. Przesuwając szablon pod kratę podstawiony (rozumie się, podniósłszy przedtém kratę, a po przesunięciu szablonu zniżając ją na powrót) w kierunku poziomym, okazać można wpływ, jaki wywiera różnica dróg przebieżonych przez przecinające się fale na kształt linii falistéj złożonéj.

Sposób 2. Ustawia się kratę, sposobem powyżéj opisanym, na podsuniętym pod nią szablonie, (utwierdzając szynę *mm* w najniższém czyli prawidłowém położeniu) i wykréśla się na niéj liniję prostą, do *mm* równoległą. Gdy następnie, podniósłszy kratę, szablon usuniemy, i sprowadzimy ją na powrót do położenia prawidłowego; to dostrzeżemy, że linija prosta na niéj wykréślona zamieniła się na liniję wstaw, zupełnie zgodną z liniją wykréśloną na szablonie użytym do tego doświadczenia; z tą jednak różnicą, że wały fal w linii przedstawiającéj się na kracie odpowiadają dołom fal na szablonie, a na odwrót doły na kracie odpowiadają wałom na szablonie: słowem cała linija wstaw na kracie przedstawia się tak, jak gdyby liniją wykréśloną na szablonie posunięto w kierunku poziomym o połowę długości fali.

Jeżeli teraz ustawimy kratę na tym samym jak przedtém szablonie, lecz nieco na bok przesuniętym, lub na innym, od niego odmiennym, to otrzymamy na kracie liniją falistą złożoną.

Gdy zaś szablon ten sam podsuniemy jak przedtém i w tém samém umieścimy go położeniu, to okaże się na powrót linija prosta. Co naocznie okazuje, iż dwie fale równe przez interferencyę się znoszą, jeżeli ich drogi się różnią o połowę długości fali.

Sposób 3ci. Ustawia się kratę na podsuniętym falistym szablonie i wykréśla się na niéj liniję falistą podług drugiego szablonu ustawionego na szynie *mm*, następnie usunąwszy obydwa szablony sprowadza się kratę do położenia prawidłowego; wtedy linija wykréślona zamienia się na liniję falistą złożoną, powstającą w skutek interferencyi fal wykréślonych na obydwóch do doświadczenia użytych szablonach.

8. Chcąc okazać kształt linii falistéj złożonéj, powstającéj w skutek interferencyi trzech fal poprzecznych, postępuje się najprzód według sposobu trzeciego, opisanego powyżéj, a następnie podnosi się kratę i ustawia się ją na podsuniętym pod nią trzecim szablonie.

9. Dla okazania kształtu linii falistéj złożonéj, powstającéj w skutek interferencyi cztérech fal poprzecznych, potrzeba mieć albo tablicę drewnianą czarną, albo szklanną przezroczystą 18 cali wysoką, a 4 stopy szeroką, Tablicę ustawia się na szynie *mm*; za kratą, jeżeli tablica jest drewnianą; przed kratą zaś, jeżeli jest szklanną; przerysuje się na niéj pędzlem kształt utworzonéj na kracie linii falistéj powstającéj w skutek interferencji trzech fal poprzecznych (8); następnie, usunąwszy tę tablicę, ściera się liniję na kracie wykré-

ślonią, sprowadza się kratę do położenia prawidłowego i wykréśla się na niéj liniję krzywą zupełnie zgodną z liniją wykréśloną na tablicy. Co łatwo można uskutecznić, gdy tablicę z wykréśloną na niéj liniją ustawimy za kratą na szynie *mm.*

Po dokonaném wykréśleniu podsuwa się pod kratę, sposobem powyżéj opisanym, szablon czwarty; wtedy wykréślona linija się zmienia na liniję falistą odpowiadającą interferencyi cztérech fal poprzecznych.

Tak postępując coraz daléj można wykréślać i badać kształty linij falistych złożonych w skutek interferencyi pięciu, sześciu i t. d. fal poprzecznych.

10 Przyrząd opisany (Fig. 3) może być także użytym do okazania dość ciekawego zjawiska optycznego, należącego do rzędu złudzeń optycznych.

Jeżeli przyrząd ten ustawimy w pokoju ciemnym pod ścianą w odległości od 6 do 24 cali, sami zaś się oddalimy od ściany o 6 do 8 stóp, a świecę ustawimy pomiędzy tym przyrządym i okiem naczém; wtedy oprócz gęstéj kraty, czyli gęstych sztachet, jakie tworzą równoległe pręty przyrządu, widzimy równocześnie kratę drugą czyli raczéj sztachety nierównie grubsze, ciemne, położone na pozór pomiędzy przyrządem i okiem naszém. Grubość tych w skutek złudzenia pojawiających się prętów, ich odległość od siebie, ich liczba, a nawet ich kształt zmienia się, jeżeli zmieniamy położenie oka, położenie świecy, lub odległość ściany od przyrządu.

To zjawisko można pobieżnie wytłómaczyć następującym sposobem

Niech (Fig. 9.) *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*,.. przedstawiają przekroje prętów opisanego powyżéj przyrządu, z płaszczyzną przechodzącą przez środek oka *O* i punkt świe-

cący *S*, (a raczéj średnice tych przekrojów.) Przekrój zaś ściany, będącéj za przyrządem, z tą samą płaszczyzną oznaczmy przez *x'y'*. Poprowadźmy z punktu *S* linije proste przez końce linijek *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, i przedłużmy je aż do linii *x'y'*. Te linije odgraniczają na ścianie *x'y'* cienie rzucone *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, *f'*, *g'*, od ustępów oświetlonych, jasnych, pomiędzy niemi będących. Połączmy teraz *O* linijami prostemi ze skrajnemi punktami cieniów rzuconych na *x'y'* i z końcami przekrojów prętów kraty.

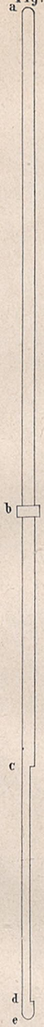
Łatwo dostrzedz, że dla oka położonego w *O* wydawać się będą ciemnemi przestrzenie zawarte pomiędzy ramionami kątów *hOk*, *lOm*, *nOo*, *pOr*, *sOt*, *uOw*. Oświetlone zaś części ściany *x'y'* widzi oko *O* tylko w punktach leżących pomiędzy ramionami kątów *kOl*, *mOn*, *oOp*, *rOs*, *tOu* . . . Oko więc zostanie złudzoném i widzieć będzie oprócz kraty *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* . . . Kratę z grubszych prętów ciemnych złożoną, których przekroje pojawiają się w *hk*, *lm*, *no*, *pr*, *st*, *uw*, i są przedzielone tylko małemi jasnemi ustępami *kl*, *mn*, *op*, *rs*, *tu* . . .

Wyobraźmy sobie, że oko *O* i punkt świecący *S* zostają w swojém położeniu, lecz położenie ściany się zmienia; ona oddala się od kraty i przesuwa się w położenie *x''y''*. Cienie prętów *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, okazują się teraz na ścianie w cieniowanych miejscach *a''*, *b''*, *c''*, *d''*, *e''*, *f''*, *g''*.. Teraz już nie dochodzi do oka *O* światło od punktów położonych pomiędzy ramionami kątów *kOl*, *mOn*, *oOp*, *rOs*, *tOu*. Spłyną więc ciemne powierzchnie prętów kraty, i ciemne części tła, przypadające pomiędzy temi prętami, w jedną całość, a oko złudzone, widzieć będzie pręt gruby ciemny w *zz* pod

kątem widzenia zOz, a właściwie pod kątem jeszcze nieco większym, oddzielony małym ustępem jasnym od następnego również grubego pręta. Tak więc zjawisko zmieniło znacznie swe wymiary, skoro tylko o małą ilość się zmieniła względna odległość kraty od ściany. Podobne wykréślenia okazać mogą wpływ względnéj odległości i względnego położenia oka, światła i kraty na wymiary tego zjawiska.

Dokładniéjsze tłómaczenie tego zjawiska, o którém tutaj tylko mimochodem wspomniałem, odłożyć muszę do czasu późniejszego.

Fig. 6.



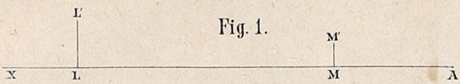


Fig. 1.

Fig. 5.

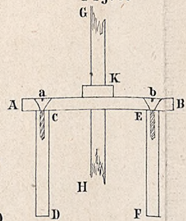


Fig. 8.

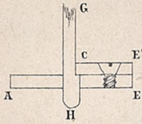
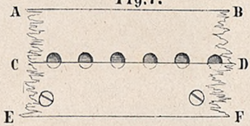


Fig. 7.



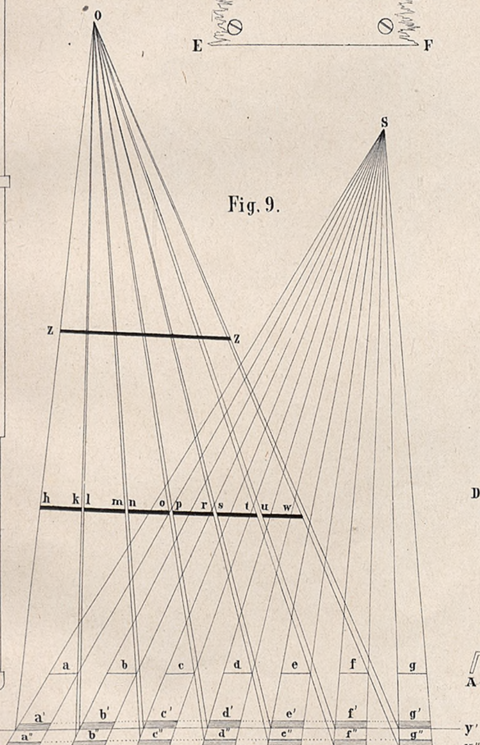
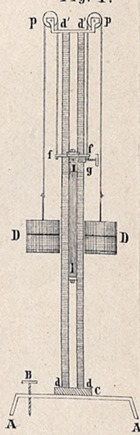


Fig. 9.

Fig. 4.



Litografia M. Salba w Krakowie.

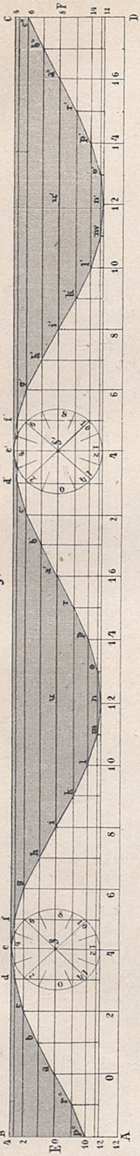


Fig. 2.

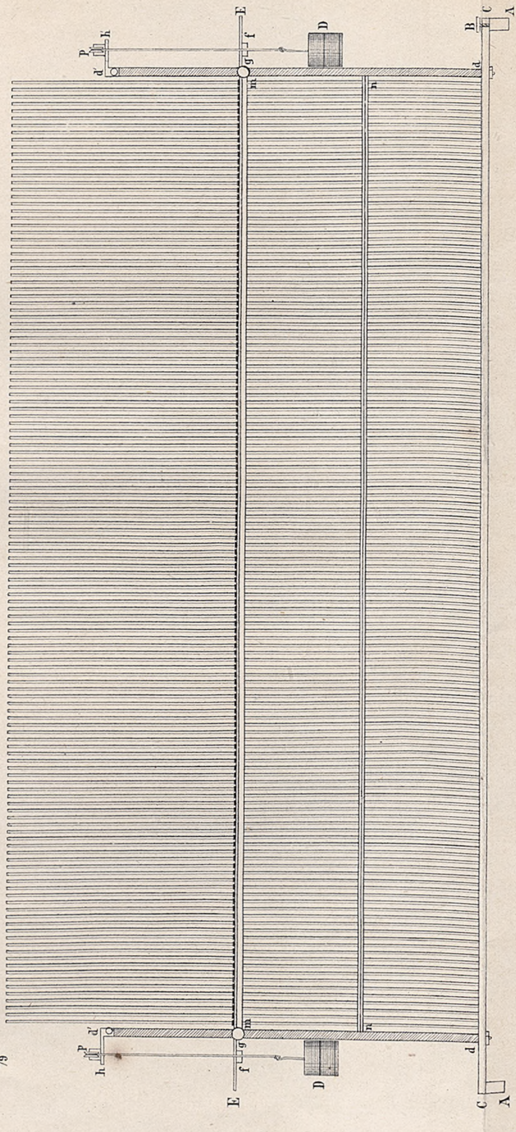


Fig. 3.

1/9

Litografia M. Salba w Krakowie.